

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Atsuhisa ASADA, et al.

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: TORQUE DETECTOR AND ELECTRIC POWER STEERING CONTROLLER PROVIDED WITH  
TORQUE DETECTOR

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2002-334796	November 19, 2002

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)  
☐ are submitted herewith  
☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

  
Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

C. Irvin McClelland  
Registration Number 21,124

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 05/03)

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年 1 1 月 1 9 日  
Date of Application:

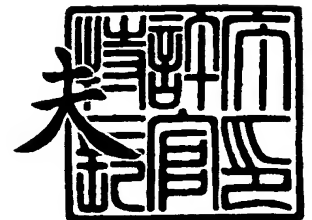
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 3 3 4 7 9 6  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 2 - 3 3 4 7 9 6 ]

出      願                      人                      豊 田 工 機 株 式 有 限 公 司  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    9 月 3 0 日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出 証 番 号    出 証 特 2 0 0 3 - 3 0 8 0 2 8 5

【書類名】 特許願

【整理番号】 PY20021844

【提出日】 平成14年11月19日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B62D 5/04

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市朝日町 1 丁目 1 番地 豊田工機株式会社内

【氏名】 浅田 敦久

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市朝日町 1 丁目 1 番地 豊田工機株式会社内

【氏名】 中野 次郎

【特許出願人】

【識別番号】 000003470

【氏名又は名称】 豊田工機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100068755

【弁理士】

【氏名又は名称】 恩田 博宣

【選任した代理人】

【識別番号】 100105957

【弁理士】

【氏名又は名称】 恩田 誠

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002956

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9720003

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 トルク検出装置及びそれを備えた電動パワーステアリング制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ステアリング軸を回転させたとき、ステアリング軸に加わる操舵トルクに応じた信号を出力する出力手段と、

前記信号をアナログ値からデジタル値に変換して出力する変換手段と、

前記変換手段から入力したデータに対し、ヒステリシス処理を行い、前記データを基にしてヒステリシス幅内に納めたデータを生成して出力値として出力するヒステリシス処理手段と  
を備えたことを特徴とするトルク検出装置。

【請求項 2】 ステアリング軸を回転させたとき、ステアリング軸に加わる操舵トルクに応じた信号を出力する出力手段と、

前記信号をアナログ値からデジタル値に変換する変換手段と、

前記変換手段から出力された信号の過去のデータと、現在のデータの平均処理を行う平均化処理手段と、

前記平均化処理手段にて平均化されたデータと閾値との大小関係を判定する判定手段と、

前記判定手段が、前記閾値よりも平均化されたデータの方が大きいと判定したときは、前記変換手段から入力したデータに対し、ヒステリシス処理を行い、前記データを基にしてヒステリシス幅内に納めたデータを生成して出力値として出力するヒステリシス処理手段と  
を備えたことを特徴とするトルク検出装置。

【請求項 3】 請求項 1 に記載のトルク検出装置と、操舵トルクに対応するモータトルクを求め、電動モータを制御するモータ制御手段とを備えたことを特徴とする電動パワーステアリング制御装置。

【請求項 4】 請求項 2 に記載のトルク検出装置と、操舵トルクに対応するモータトルクを求め、電動モータを制御するモータ制御手段とを備え、

前記モータ制御手段は、前記判定手段が、前記閾値よりも平均化されたデータ

の方が大きいと判定したときは、ヒステリシス処理手段のヒステリシス処理後の出力値を操舵トルクとして前記モータトルクを求め、

前記判定手段が、平均化されたデータが前記閾値以下と判定したときは、平均化処理手段が平均化したデータを操舵トルクとしてモータトルクを求めることを特徴とする電動パワーステアリング制御装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、自動車や操舵系にモータによるアシスト力を付与するのに用いられるトルク検出装置、及びトルク検出装置を備えた電動パワーステアリング制御装置に関するものである。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

従来、操舵系の操舵トルクを検出し、この操舵トルクに応じて電動モータの駆動電流を制御し、操舵トルクをアシストするのに用いられるトルク検出装置やトルク検出装置を備えた電動パワーステアリング装置が種々提案されている。

##### 【0003】

このようなトルク検出装置や電動パワーステアリング装置においては、ドライバが加えた操舵力をセンサで検知し、その値を入力値としてアナログからデジタルにA/D変換してマイコンに取り込む。そして、この入力値に基づいてアシスト制御のための演算を行い出力値を算出し、この出力値を自動車や操舵系にモータによるアシスト力を付与する。

##### 【0004】

上記の過程において、A/D変換のときの切り捨て誤差（量子化誤差）や演算誤差が発生し、たとえ実際の入力値が一定であっても演算結果の出力値が変化してしまい、異音が出たり操舵フィーリングが悪化したりする。

##### 【0005】

そこで、一般的に、入力値の情報の変動を抑えるために、従来の電動パワーステアリング装置では装置内に設けたマイクロコンピュータが、図8に示すプログ

ラムのフローチャートで示すように、入力値を平均化する平均フィルタ処理を行っている。図8において、先ず、S101で操舵トルクに応じた信号を取得すると、S102でこの信号に基づいて操舵トルクを演算する。そして、S103でこの操舵トルクが、この制御プログラムを実行した際の初めての値か否かを判定し、初めての値であればS104に移行し、演算した操舵トルクを出力値とする。又、S103で初めての値ではないと判定すると、S106に移行し、操舵トルクは平均フィルタ処理し、ここで求められた値を出力値とする。この平均フィルタ処理は、過去の制御周期で得られた複数の操舵トルクの値（データ）と今回演算して得られた操舵トルクの値を加算して平均化する手段である。次に、S105では、S104又はS106で今回の制御周期での出力値とした値を過去の出力値としてRAM等の記憶装置に格納し、この制御プログラムを一旦終了する。

#### 【0006】

このように、順次入力値に対する出力値が得られる。なお、図8に示す処理に加えて、更に、フィルタ処理を複数回行ったり、メディアンフィルタ処理を行う場合もある。このようにして、入力値に対して変動の抑制されたデータ値が出力される。

#### 【0007】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところが、上記従来の装置では、単に平均化処理をしているため、入力値に対する出力値の変動は抑えられるが、急激な変化に対して、入力値に対する制御の応答性悪くなるという問題がある。

#### 【0008】

本発明は、前述した事情に鑑みてなされたものであって、その目的は入力値に対する出力値の変動を抑えるとともに、入力値の急激な変化に対する出力値の追従性を向上させたトルク検出装置、及びそれを備えた電動パワーステアリング制御装置を提供することにある。

#### 【0009】

##### 【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するため、請求項 1 に記載の発明は、ステアリング軸を回転させたとき、ステアリング軸に加わる操舵トルクに応じた信号を出力する出力手段と、前記信号をアナログ値からデジタル値に変換して出力する変換手段と、前記変換手段から入力したデータに対し、ヒステリシス処理を行い、前記データを基にしてヒステリシス幅内に納めたデータを生成して出力値として出力するヒステリシス処理手段とを備えたことを特徴としている。

#### 【0010】

又、請求項 2 に記載の発明は、ステアリング軸を回転させたとき、ステアリング軸に加わる操舵トルクに応じた信号を出力する出力手段と、前記信号をアナログ値からデジタル値に変換する変換手段と、前記変換手段から出力された信号の過去のデータと、現在のデータの平均処理を行う平均化処理手段と、前記平均化処理手段にて平均化されたデータと閾値との大小関係を判定する判定手段と、前記判定手段が、前記閾値よりも平均化されたデータの方が大きいと判定したときは、前記変換手段から入力したデータに対し、ヒステリシス処理を行い、前記データを基にしてヒステリシス幅内に納めたデータを生成して出力値として出力するヒステリシス処理手段とを備えたことを特徴としている。

#### 【0011】

更には、請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 に記載のトルク検出装置と、操舵トルクに対応するモータトルクを求め、電動モータを制御するモータ制御手段とを備えたことを特徴としている。

#### 【0012】

又、請求項 4 に記載の発明は、請求項 2 に記載のトルク検出装置と、操舵トルクに対応するモータトルクを求め、電動モータを制御するモータ制御手段とを備え、前記モータ制御手段は、前記判定手段が、前記閾値よりも平均化されたデータの方が大きいと判定したときは、ヒステリシス処理手段のヒステリシス処理後の出力値を操舵トルクとして前記モータトルクを求め、前記判定手段が、平均化されたデータが前記閾値以下と判定したときは、平均化処理手段が平均化したデータを操舵トルクとしてモータトルクを求めることを特徴としている。

#### 【0013】

**【発明の実施の形態】**

以下、本発明を電動パワーステアリング装置に具体化した実施形態を、図 1 乃至図 7 を参照して説明する。

**【0 0 1 4】****(第 1 実施形態)**

図 1 は、電動パワーステアリング装置の概略図である。

ステアリングホイール 1 に連結したステアリング軸 2 には、トーションバー 3 が設けられている。このトーションバー 3 には、トルクセンサ 4 が装着されている。

**【0 0 1 5】**

そして、ステアリングホイール 1 に操舵トルクが加えられ、ステアリング軸 2 が回転されると、加わった力に応じてトーションバー 3 が捩れる。すると、この捩れ、即ちステアリング軸 2 に加わる前記操舵トルクに応じた信号が、出力手段としてのトルクセンサ 4 から出力される。このトルクセンサ 4 は、ステアリングホイール 1 の操舵トルクに応じた電圧を出力する。

**【0 0 1 6】**

又、ステアリング軸 2 にはピニオンシャフト 8 が固着されている。ピニオンシャフト 8 の先端には、ピニオン 9 が固着されるとともに、このピニオン 9 はラック 1 0 と噛合している。前記ラック 1 0 とピニオン 9 とによりラックアンドピニオン機構が構成されている。前記ラック 1 0 の両端には、タイロッド 1 2 が固設されており、そのタイロッド 1 2 の先端部にはナックル 1 3 が回動可能に連結されている。このナックル 1 3 には、タイヤとしての前輪 1 4 が固着されている。又、ナックル 1 3 の一端は、クロスメンバ 1 5 に回動可能に連結されている。

**【0 0 1 7】**

又、ラック 1 0 と同軸的に、操舵トルクを補助する電動モータ（以下、モータ 6 という）が配置されている。モータ 6 は操舵トルクに対応するモータトルク（アシスト力）をボールナット機構 6 a を介してラック 1 0 に伝達する。

**【0 0 1 8】**

従って、モータ 6 が回転すると、その回転はボールナット機構 6 a によってラ

ック 10 に伝達される。そして、ラック 10 は、タイロッド 12 を介してナックル 13 に設けられた前輪 14 の向きを変更して車両の進行方向を変えることができる。

#### 【0019】

又、前輪 14 には、車速センサ 16 が設けられている。車速センサ 16 は、その時の車速を前輪 14 の回転数に相対する周期のパルス信号として出力する。

更に、上記の電動パワーステアリング装置には、制御部 20 が電氣的に連結されている。

#### 【0020】

この制御部 20 は、中央処理装置（CPU 21）と、読み込み専用メモリ（ROM 22）と、データを一時記憶する読み出し及び書き込み専用メモリ（RAM 23）と、モータ駆動装置 35 とを備えている。

#### 【0021】

この ROM 22 には、CPU 21 による演算処理を行わせるための制御プログラムが格納されている。又、ROM 22 には、後述する基本アシストマップが格納されている。

#### 【0022】

RAM 23 は、CPU 21 が演算処理を行うときの演算処理結果等を一時保管する。

又、モータ駆動装置 35 には、又、モータ 6 に実際に流れる駆動電流（実電流）を検出する電流センサ 36 が設けられており、その駆動電流の検出信号が CPU 21 へ出力されるようになっている。

#### 【0023】

本実施形態では、CPU 21 は、ヒステリシス処理手段、モータ制御手段に相当する。

次に、上記の電動パワーステアリング装置の電氣的構成について説明する。

#### 【0024】

図 2 は制御部 20 のブロック図である。同図において、CPU 21 の枠内は CPU 21 の制御ブロックを示し、プログラムで実行する機能を示している。従っ

て、制御ブロックは独立したハードウェアを示すものではない。

#### 【0025】

図2に示すように、CPU21では、入力される操舵トルク及び車速に基づいて、モータ駆動装置35へ送出すべきPWM (pulse width modulation) 指令値を決定する。モータ駆動装置35は、CPU21から送出されたPWM指令値に対応する駆動電流をモータ6へ出力する。そして、モータ6は、運転者によるステアリング軸2の操舵力を補助するためのモータトルク(操舵補助トルク)を発生する。

#### 【0026】

図2に示すように、トルクセンサ4からの操舵トルク信号は、インターフェース17aを介して変換手段であるA/D変換器18aでアナログ値からデジタル値に変換され、操舵トルク $\tau$ としてCPU21に入力される。

#### 【0027】

CPU21は、ROM22に格納したヒステリシス処理プログラムにより、後述するヒステリシス処理をする。図2において、フィルタ部31(CPU21)はヒステリシス処理するヒステリシス処理手段に相当する。そして、このフィルタ部31にて求められた操舵トルク $\tau^*$ を出力値としてアシスト指令部32に入力する。なお、説明の便宜上、入力値としての操舵トルクは $\tau$ を付し、出力値としての操舵トルクには $\tau^*$ を付す。また、フィルタ部31での処理は後述する。

#### 【0028】

又、車速センサ16からの車速信号は、インターフェース17bを介してタイマ18bでパルス周期をカウントし、CPU21のアシスト指令部32に車速Vとして入力される。

#### 【0029】

この操舵トルク $\tau^*$ 及び車速Vに基づいて、アシスト指令部32において、電流指令値IAが決定される。この電流指令値IAは、図6に示すアシストマップに基づいて決定される。

#### 【0030】

ここで、アシストマップについて説明する。

アシストマップは、操舵トルク  $\tau^*$  に対するモータ 6 の目標電流である電流指令値  $I_A$  を求めるためのものであり、ROM 22 に格納されている。このアシストマップにおいて、入力された操舵トルク  $\tau^*$  と車速  $V$  から、対応する目標電流である電流指令値  $I_A$  が検索して求められる。

#### 【0031】

なお、図 6 において、 $V_1 \sim V_8$  は車速  $V$  を表し、操舵トルク  $\tau^*$  に対する電流指令値  $I_A$  は車速  $V$  により変化することを示している。最も車速の小さい  $V_1$  から、最も車速の大きい  $V_8$  にかけて、順次車速  $V$  は増加している。車速  $V_1 \sim V_8$  においては、車速  $V$  が小さい程操舵トルク  $\tau^*$  に対する電流指令値  $I_A$  が大きくなるように設定されている。又、それぞれの車速  $V_1 \sim V_8$  において、操舵トルク  $\tau^*$  が比較的小さい場合に比して、操舵トルク  $\tau^*$  が比較的大きい場合には、操舵トルク  $\tau^*$  に対する電流指令値  $I_A$  が大きくなるように設定されている。

#### 【0032】

PI 制御部 33 によって、上記アシスト指令部 32 から出力された電流指令値  $I_A$  に対して電圧指令値  $V_n$  が生成される。更に、この電圧指令値  $V_n$  により PWM 演算部 34 でモータ駆動装置 35 に送出する PWM 指令値が送出される。

#### 【0033】

モータ駆動装置 35 は、PWM により ON/OFF 制御されるスイッチング素子として FET 35a ~ 35d を備えた Hブリッジで構成されている。

左側の FET 35a, 35d は、上側の FET 35a が ON のとき下側の FET 35d が OFF、上側の FET 35a が OFF のとき下側の FET 35d が ON となるように ON/OFF 制御される。右側の FET 35b, 35c も同様に、上側の FET 35b が ON のとき下側の FET 35c が OFF、上側の FET 35b が OFF のとき下側の FET 35c が ON となるように ON/OFF 制御される。そして、FET 35a ~ 35d をそれぞれ異なるデューティ比  $D_a$ ,  $D_b$ ,  $D_c (=1-D_b)$ ,  $D_d (=1-D_a)$  で ON/OFF することにより、モータ 6 を制御する。

#### 【0034】

又、CPU 21は、電流センサ36で検出したモータ電流に基づくフィードバック制御を行う。電流センサ36からのモータ電流に対応した検出信号は、インターフェース17cを介して、A/D変換器18cに入力され、同A/D変換器18cによりデジタル変換されてPI制御部33に入力される。このフィードバック制御では、CPU 21は、例えば、操舵トルクが一定である状態において、何らかの理由によりモータ電流が低下した場合、前記操舵トルクの落ち込みを防止すべく、モータ駆動電圧を増加させる。

#### 【0035】

なお、第1実施形態において、トルク検出装置は、出力手段であるトルクセンサ4と、変換手段であるA/D変換器18aと、ヒステリシス処理手段であるCPU 21等を備えて構成されている。又、電動パワーステアリング制御装置は、このトルク検出装置と、操舵トルクに対応するモータトルクを求めモータ6を制御するモータ制御手段であるCPU 21等を備えて構成されている。

#### 【0036】

〔フィルタ部31での処理〕

ここで、CPU 21が実行するヒステリシス処理プログラムについて、図3のフローチャートを参照して説明する。このプログラムは、定期周期毎に実行する。

#### 【0037】

S1では、A/D変換器18aから出力された操舵トルク信号をRAM 23の所定領域から読込む。

S2では、S1で読込まれた操舵トルク信号に基づいて演算を行い、操舵トルク $\tau$ を得る。

#### 【0038】

S3では、このプログラムによって得られた操舵トルク $\tau$ が、図示しないイグニッションスイッチがオンされた後、初めての値か否かを判定する。初めてであれば、S4に移行し、操舵トルク $\tau$ を操舵トルク $\tau^*$ とする。初めてでなければ、S6に移行する。S6では、後述するヒステリシス処理を行う。

#### 【0039】

次に、S5では、S4又はS6で今回の制御周期での出力値とした値の操舵トルク $\tau^*$ を過去のデータとしてRAM23等の記憶装置に格納し、この制御プログラムを一旦終了する。

#### 【0040】

ここで、上記ヒステリシス処理について説明する。

このヒステリシス処理では、A/D変換器18aから得られた操舵トルク信号を基にして算出された操舵トルク $\tau$ を入力値Iとしてヒステリシス処理を行う。

#### 【0041】

即ち、まず、変化量 $\Delta$ を下記式にて算出する。

$$\text{変化量 } \Delta = \text{今回の入力値 } I - \text{前回出力値 } O_m \quad \cdots \cdots (1)$$

次に、変化量 $\Delta$ がヒステリシス幅H以下、即ち、

$$\text{変化分 } D (= \text{変化量 } \Delta - \text{ヒステリシス幅 } H) \leq 0 \quad \cdots \cdots (2)$$

であるか否かを判定する。

#### 【0042】

なお、この判定の場合、変化量 $\Delta$ が正の時は、ヒステリシス幅Hも正の値を取り、変化量 $\Delta$ が負のときは、ヒステリシス幅Hも負の値とするが、絶対値は同じ数値である。

#### 【0043】

そして、この変化量 $\Delta$ がヒステリシス幅H以下の場合（変化分Dが0以下の場合）には、今回の出力値として、前回出力値と同じ値を出力する。

即ち、

$$\text{今回の出力値 } O_k = \text{前回出力値 } O_m \quad \cdots \cdots (3)$$

又、この変化量 $\Delta$ がヒステリシス幅Hよりも大きい場合（変化分Dが0よりも大きい場合）には、今回の出力値 $O_k$ として、前回出力値 $O_m$ に変化分Dを加算して出力する。

#### 【0044】

$$\text{今回の出力値 } O_k = \text{前回出力値 } O_m + \text{変化分 } D \quad \cdots \cdots (4)$$

なお、この場合のヒステリシス幅Hは、前述したように変化量 $\Delta$ が正の時は、ヒステリシス幅Hも正の値を取り、変化量 $\Delta$ が負のときは、ヒステリシス幅Hも

負の値とするが、絶対値は同じ数値である。

【0045】

前記(4)式は、(1)式及び(2)式、を代入すると

$$\begin{aligned} O_k &= O_m + D \\ &= O_m + (\Delta - H) \\ &= O_m + ((I - O_m) - H) \\ &= I - H \end{aligned}$$

となる。

【0046】

即ち、今回の出力値 $O_k$ は今回の入力値 $I$ から、ヒステリシス幅 $H$ を減算した値となる。この場合、変化量 $\Delta$ が正の時は、ヒステリシス幅 $H$ も正の値を取り、変化量 $\Delta$ が負のときは、ヒステリシス幅 $H$ も負の値とするが、絶対値は同じ数値である。

【0047】

このように今回の出力値 $O_k$ は、今回の入力値 $I$ のヒステリシス幅 $H$ 内に納めた処理を行っている。

具体的には、S6のヒステリシスフィルタにおいて、以下に示す(5)式及び(6)式の演算が順次行われる。

【0048】

$$W = \text{MIN} \{O_m, I + H\} \quad \dots\dots (5)$$

$$O_k = \text{MAX} \{W, I - H\} \quad \dots\dots (6)$$

先ず、(5)式において、前回出力値 $O_m$ と、今回の入力値 $I$ にヒステリシス幅 $H$ を加えた値が比較される。そして、小さい方の値が演算値 $W$ として算出される。

【0049】

次に、(6)式において、(5)式で算出された演算値 $W$ と、今回の入力値 $I$ からヒステリシス幅 $H$ を引いた値が比較される。そして、大きい方の値が今回の出力値 $O_k$ として算出される。

【0050】

このように演算されることで、A/D変換器18aから入力された操舵トルク信号に基づいて演算されて得られた操舵トルク $\tau$ は、ヒステリシス幅H内に収まってフィルタ部31から操舵トルク $\tau^*$ として出力される。

#### 【0051】

図4には、前記S6のヒステリシス処理を実行した場合の例を示す。この図の縦軸はトルク、横軸は時間軸である。

この例では、説明を簡便にするために、トルクを-4～4の範囲において、整数値が入力値として入力し或いは出力値として出力するものとし、ヒステリシス幅Hを1とする。又、横軸の1～29は、前記プログラムの制御の実行回数番号nを示している。

#### 【0052】

図4において、 $n=1$ においては、トルク0が入力される。この入力値が初めてのデータであるので、このトルクがそのまま出力値としてフィルタ部31から出力される。

#### 【0053】

そして、 $n=2$ においては、トルク1が入力値として入力される。この入力値が図3のS6のヒステリシスフィルタにかけられる。すると、上記の(5)式及び(6)式により、

$$W = \text{MIN} \{0, 2\} = 0$$

$$O_k = \text{MAX} \{0, 0\} = 0$$

となり、フィルタ部31から出力値 $O_k (=0)$ が出力される。

#### 【0054】

そして、 $n=3$ においては、トルク2が入力される。この入力値が図3のS6のヒステリシスフィルタにかけられる。すると、上記の(5)式及び(6)式により、

$$W = \text{MIN} \{0, 2\} = 0$$

$$O_k = \text{MAX} \{0, 1\} = 1$$

となり、フィルタ部31から出力値 $O_k (=1)$ が出力される。

#### 【0055】

このようにして、順次入力値  $I$ （操舵トルク  $\tau$ ）に対応する出力値  $O_k$ （操舵トルク  $\tau^*$ ）が出力され、図 4 に示す入力値に対する出力値の特性が得られる。

又、図 5 は、入力値に対する出力値の応答性を図示している。この図の縦軸はトルク、横軸は時間軸である。図 5 においては、入力値に対して、上述したヒステリシス処理を行った場合の出力値と、2 回平均処理を行った場合の出力値とを示している。なお、2 回平均処理は、今回の入力値と前回の出力値とを平均化する処理のことである。

#### 【0056】

この例では、入力値は、トルク 0 の状態から、時間 3.0 においてトルク 100 となり、そのままトルク 100 の状態を維持し、時間 11.0 の時点から、トルクが 0 に向かうものとされている。この入力値のトルクの変動に対する出力値（応答性）が、ヒステリシス処理したものと 2 回平均処理したものとでは異なっている。

#### 【0057】

ヒステリシス処理した方の出力値は、入力値に対する出力値がヒステリシス幅  $H$  内に納められるため、入力値とほぼ同一線上となっており、入力値に対する追従性が良いと言える。時間 3.0 において入力値 100 が入力されると、上記（5）式及び（6）式から導くと、ヒステリシス処理されて出力値は 98 とされる。そして、時間 11.0 において入力値が 0 とされると、ヒステリシス処理されて出力値は 2 とされる。

#### 【0058】

又、2 回平均処理した方の出力値は、過去の出力値を用いて平均化するため、上記ヒステリシス処理された場合の出力値と比較して追従性が悪い。時間 3.0 において入力値 100 が入力されると、出力値は 50 となる。そして、順次入力値に対して平均化処理することで徐々に入力値 100 に近づいていく。そして、時間 11.0 において入力値が 0 とされると、ヒステリシス処理されて出力値は 50 とされる。そして、順次入力値に対して平均化処理することで徐々に入力値 0 に近づいていく。

#### 【0059】

以上説明したように、ヒステリシス処理を行うと、入力値が微細に変動する場合は、図4に示すように、出力値はその変動が抑制される。又、入力値が急激に加わる、又は減少する場合は、図5に示すように、出力値の応答性の低下を防止することができる。

#### 【0060】

従って、上記第1実施形態のトルク検出装置及びパワーステアリング制御装置によれば、以下のような効果を得ることができる。

(1) 本実施形態のトルク検出装置は、ステアリング軸2に加わる操舵トルクに応じたデータである操舵トルク $\tau$ に対しヒステリシス処理を行い、ヒステリシス幅H内に納めたデータを生成して出力値の操舵トルク $\tau^*$ として出力するヒステリシス処理手段であるCPU21を備える。

#### 【0061】

従って、入力値に対する出力値の変動を抑えるとともに、入力値の急激な変化に対する出力値の追従性を向上させることができる。

(2) 又、本実施形態の電動パワーステアリング制御装置は、上述したトルク検出装置と、操舵トルクに対応するモータトルクを求め、モータ6を制御するモータ制御手段であるCPU21とを備えている。

#### 【0062】

従って、上記(1)の効果を好適に得られる電動パワーステアリング制御装置とすることができる。

#### (第2実施形態)

次に、第2実施形態を図7を参照して説明する。なお、以下の第2実施形態の説明では、上述した第1実施形態と同じ構成である部分については、同一符号を付しその説明を省略し、異なるところを説明する。

#### 【0063】

第2実施形態においては、フィルタ部31において行われる演算が上記第1実施形態と異なる。この場合、図2に示すフィルタ部31(CPU21)は平均化処理を行う平均化処理手段、判定処理を行う判定手段、ヒステリシス処理を行うヒステリシス処理手段、及びモータ制御手段に相当する。

**【0064】**

なお、第2実施形態において、トルク検出装置は、出力手段であるトルクセンサ4と、変換手段であるA/D変換器18aと、平均化处理手段、判定手段及びヒステリシス処理手段であるCPU21等を備えて構成されている。又、電動パワーステアリング制御装置は、このトルク検出装置と、操舵トルクに対応するモータトルクを求めモータ6を制御するモータ制御手段であるCPU21等を備えて構成されている。

**【0065】**

又、CPU21は、図3に示すS6以外に、更に図7に示すS11～S13を実行する。

S11にて、2回平均フィルタにかけ、得られた操舵トルク $\tau$ と前回得られた操舵トルクとの平均化处理を行う。

**【0066】**

そして、S12にて、平均化处理した操舵トルクと、予め設定された閾値Lとの大小関係を判定する。

S12にて、閾値LよりもS11で得られた操舵トルクの方が大きいと判定したときは、S6に移行し、入力値である操舵トルク $\tau$ に対しヒステリシス処理を行う。

**【0067】**

又、S12にて、閾値LよりもS11で得られた操舵トルクの方が小さいと判定したときは、S13において、S11で得られた操舵トルクが出力値の操舵トルク $\tau^*$ とされる。

**【0068】**

以上説明したように、2回平均フィルタにより得られた操舵トルクが閾値Lよりも小さい場合は、その値がそのまま出力値の操舵トルク $\tau^*$ とされる。平均化处理により得られる値は、入力値である操舵トルク $\tau$ の変動を抑制する（なます）ため、そのままこの値を用いることができる。

**【0069】**

そして、2回平均フィルタにより得られた操舵トルクが閾値Lよりも大きい場

合は、入力値である操舵トルク  $\tau$  に対し、ヒステリシス処理する。これは、図 6 に示すように、操舵トルク信号に対する操舵トルク  $\tau$  が大きくなると、操舵トルクの微細な変化に対して、操舵トルク  $\tau$  が小さい場合と比較して電流指令値  $I_A$  の変化が大きくなるためである。このような変化を、ヒステリシス処理することで低減することができる。これにより、量子誤差やノイズ等で起こる微細な変化を取り除くことができる。

#### 【0070】

なお、図 7 のステップ S11 において、平均フィルタを 2 回ではなく、3～4 回とすれば、上述したような微細な変化に対応し追従性を得ることはできるが、そうすると操舵トルクに対する応答性が低下してしまう。

#### 【0071】

そこで、入力値に対して、出力値の変動を抑制するという目的を十分に果たせる場合には平均化処理を行い、出力値の追従性とともに応答性を得たい場合にはヒステリシス処理を行うようにしている。そのため、ヒステリシス処理は必要なときのみに行われることとなり、演算の効率がよい。

#### 【0072】

従って、上記第 2 実施形態の電動パワーステアリング制御装置によれば、第 1 実施形態の (1)、(2) の作用効果に加え、以下のような効果を得ることができる。

#### 【0073】

(1) 第 2 実施形態では、A/D 変換器 18a から出力された信号の過去のデータと、現在のデータの平均処理を行う平均化処理手段と、平均化処理手段にて平均化されたデータと閾値との大小関係を判定する判定手段とを備える。そして、判定手段が閾値よりも平均化されたデータ（平均化処理した操舵トルク）の方が大きいと判定したときは、変換手段から入力したデータ（入力値）に対し、ヒステリシス処理を行い、データ（入力値）を基にしてヒステリシス幅内に納めたデータ（出力値）を生成して出力するヒステリシス処理手段とを備える。

#### 【0074】

従って、必要なときのみヒステリシス処理を行うことにより、効率よく入力値

に対する出力値の変動を抑えるとともに、入力値の急激な変化に対する追従性を向上させることができる。

#### 【0075】

(2) 又、上記のトルク検出装置と、操舵トルクに対応するモータトルクを求め、モータ6を制御するモータ制御手段とを備える。そして、モータ制御手段は、判定手段が、閾値よりも平均化されたデータの方が大きいと判定したときは、ヒステリシス処理手段のヒステリシス処理後の出力値を操舵トルクとして前記モータトルクを求める。

#### 【0076】

従って、上記(1)の効果を好適に得られる電動パワーステアリング制御装置とすることができる。

(3) 更には、判定手段が、平均化されたデータが閾値以下と判定したときは、平均化処理手段が平均化したデータを操舵トルクとしてモータトルクを求める。

#### 【0077】

従って、ヒステリシス処理は必要なときのみ行われることとなり、演算の効率がよい。

なお、上記各実施形態は以下のような別例に変更してもよい。

#### 【0078】

上記各実施形態では、トルク検出装置は電動パワーステアリング制御装置に用いられる場合について説明したが、これに限定されず、他の装置に用いられでもよい。

#### 【0079】

第2実施形態では、S11を2回平均フィルタとし、2回分の操舵トルク $\tau$ （入力値）を平均化するものとしたが、入力値が3回以上の過去の複数回分のデータであってもよい。

#### 【0080】

前記第1実施形態では、ヒステリシスフィルタをソフトで実現したが、ハード構成として、シュミットトリガ回路にて構成してもよい。

次に、上記実施形態及び別例から把握できる技術的思想について以下に追記する。

#### 【0081】

(イ) 前記ヒステリシス処理手段は、変換手段から今回入力したデータ（今回入力値）と前回出力した出力値（前回出力値）との差である変化量がヒステリシス幅以内であれば、今回の出力値を前回出力値と同じとし、ヒステリシス幅を超えていれば、前回出力値に変化分を加算して今回の出力値とすることを特徴とする請求項1又は請求項2のトルク検出装置。

#### 【0082】

従って、今回入力値に対する出力値の変動を抑制することができる。なお、今回入力値とは、実施形態においては、出力値としてのデータを得るときに用いられる操舵トルク $\tau$ のことである。

#### 【0083】

(ロ) 前記ヒステリシス処理手段は、変換手段から今回入力したデータ（今回入力値）と前回出力した出力値（前回出力値）との差である変化量がヒステリシス幅以内であれば、今回の出力値を前回出力値と同じとし、ヒステリシス幅を超えていれば、前回出力値に変化分を加算して今回の出力値とすることを特徴とする請求項3又は請求項4の電動パワーステアリング装置。

#### 【0084】

従って、操舵トルクの大きさに対応して、入力値に対する出力値を得ることができる。

#### 【0085】

##### 【発明の効果】

以上、詳述したように、請求項1及び請求項2の発明によれば、入力値に対する出力値の変動を抑えるとともに、入力値の急激な変化に対する出力値の追従性を向上させることができる。

#### 【0086】

又、請求項3及び請求項4の発明によれば、上記効果を好適に得られるパワーステアリング制御装置を実現することができる。

**【図面の簡単な説明】**

【図 1】 第 1 実施形態及び第 2 実施形態の電動パワーステアリング装置の概略図。

【図 2】 同じく電動パワーステアリング装置の制御ブロックダイアグラム。

【図 3】 同じく電動パワーステアリング装置のフローチャート。

【図 4】 同じくヒステリシスフィルタを説明するグラフ。

【図 5】 同じくヒステリシスフィルタの応答性を説明するグラフ。

【図 6】 同じくメモリのデータ構成を示すメモリマップ。

【図 7】 第 2 実施形態の電動パワーステアリング装置のフローチャート。

【図 8】 従来の電動パワーステアリング装置のフローチャート。

**【符号の説明】**

4 … トルクセンサ（出力手段）

6 … モータ（電動モータ）

1 8 a … A / D 変換部（変換手段）

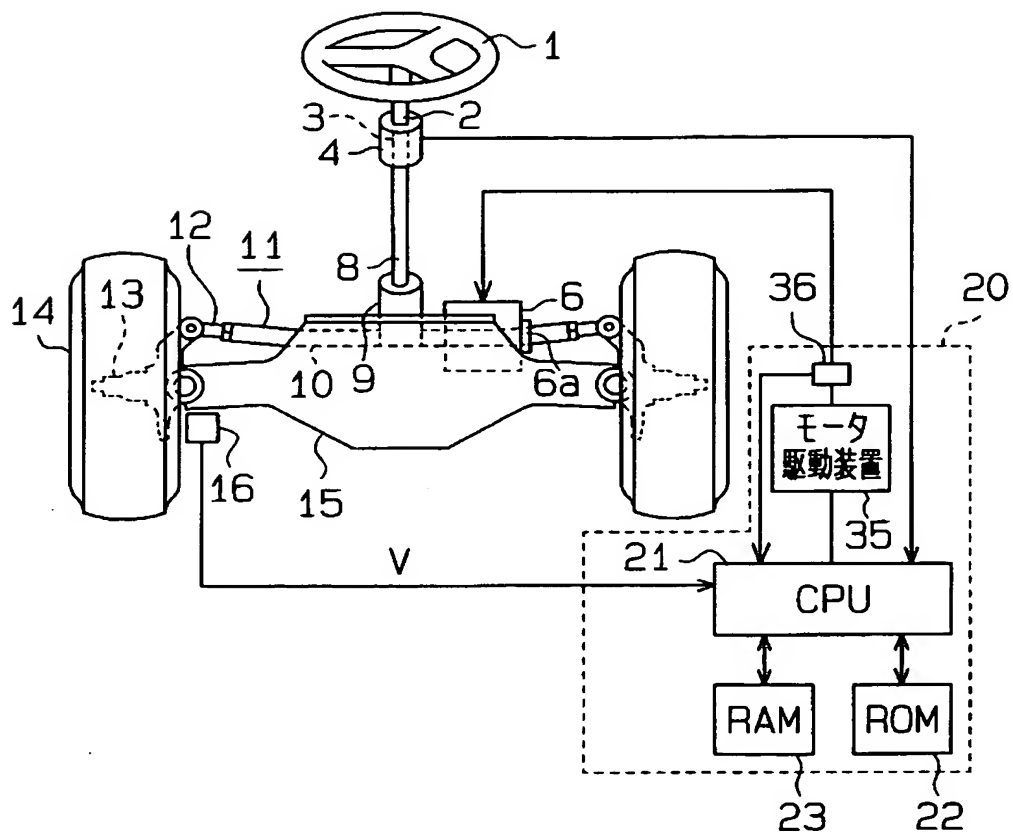
2 1 … C P U（ヒステリシス処理手段、モータ制御手段、判定手段、平均化処理手段）

3 1 … フィルタ部（ヒステリシス処理手段）

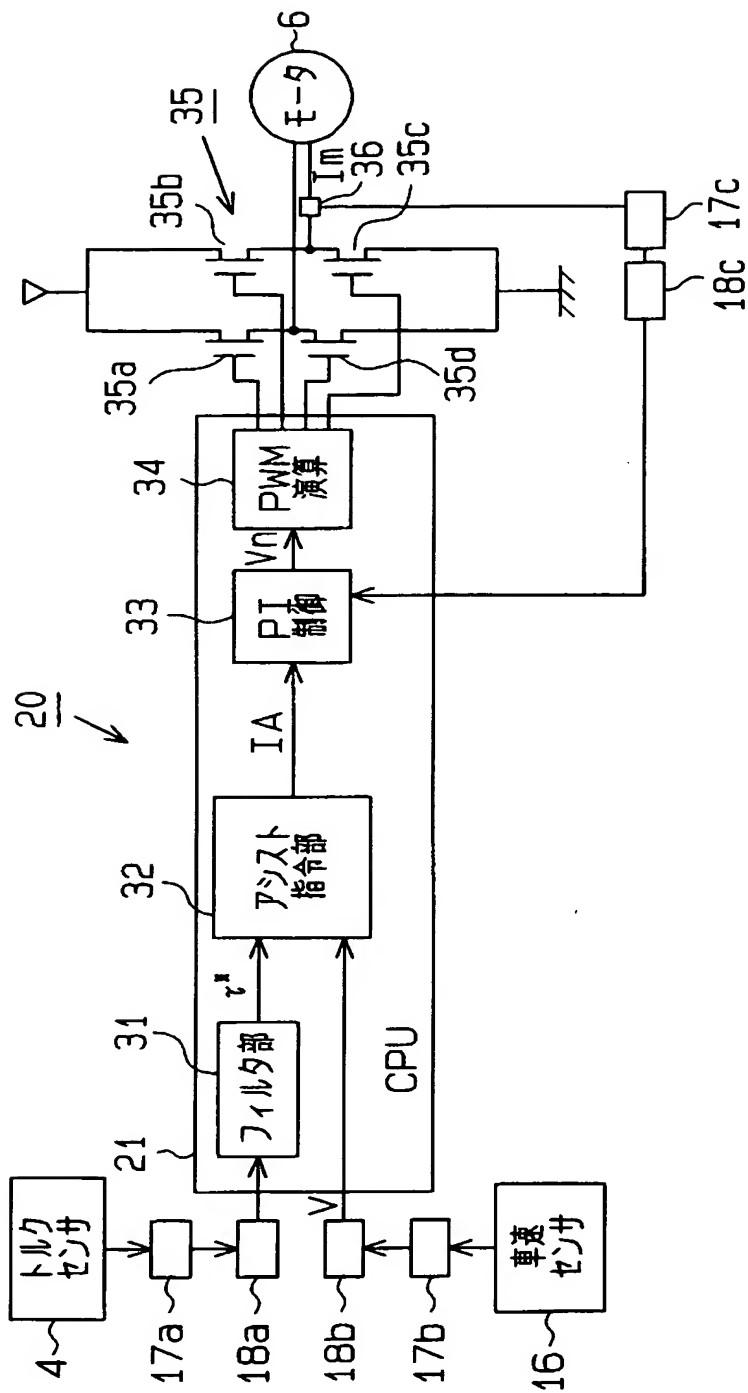
3 5 … モータ駆動装置

【書類名】 図面

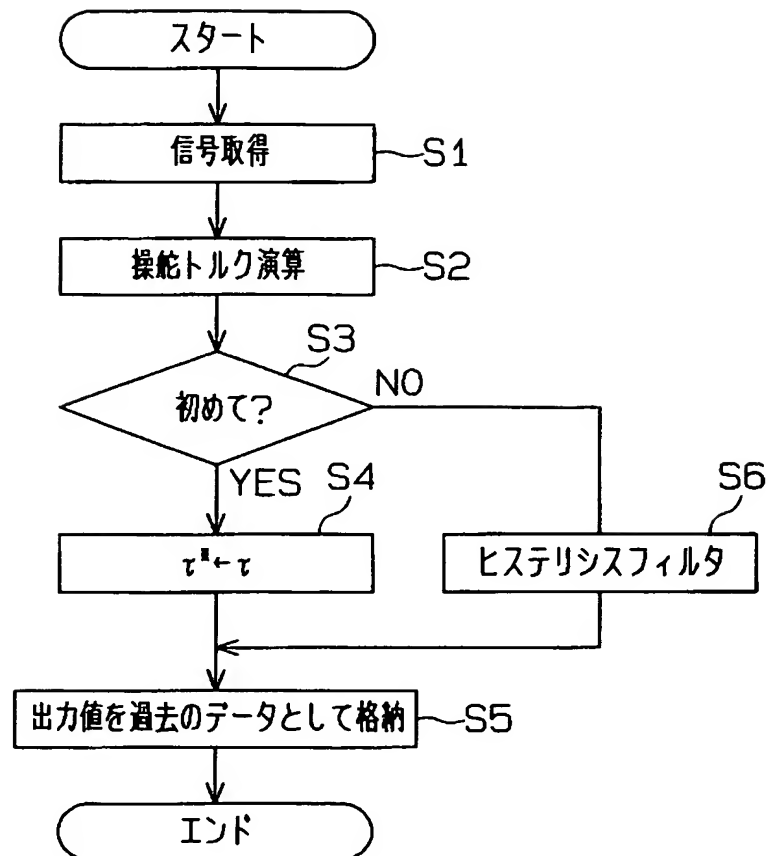
【図 1】



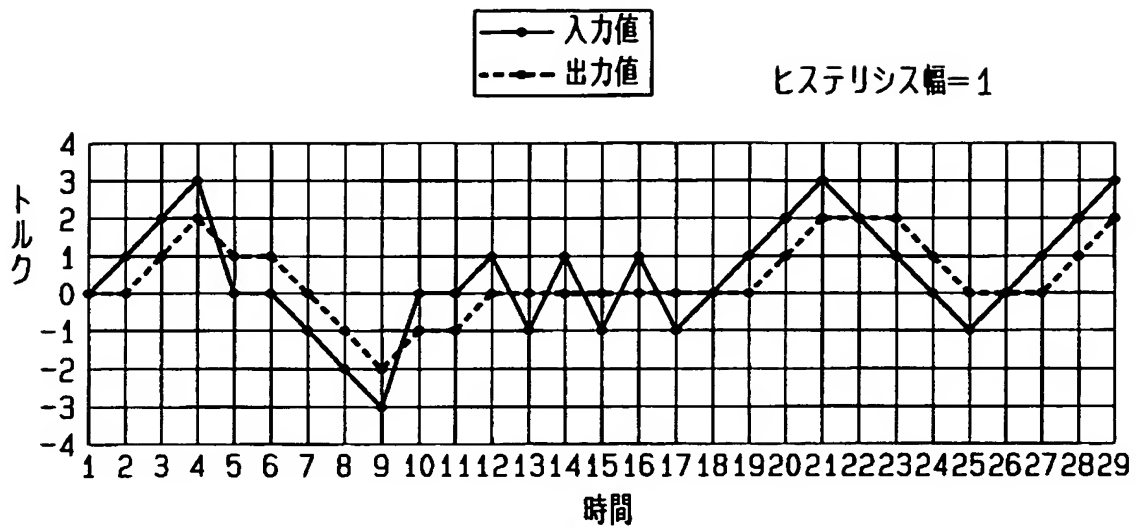
【図 2】



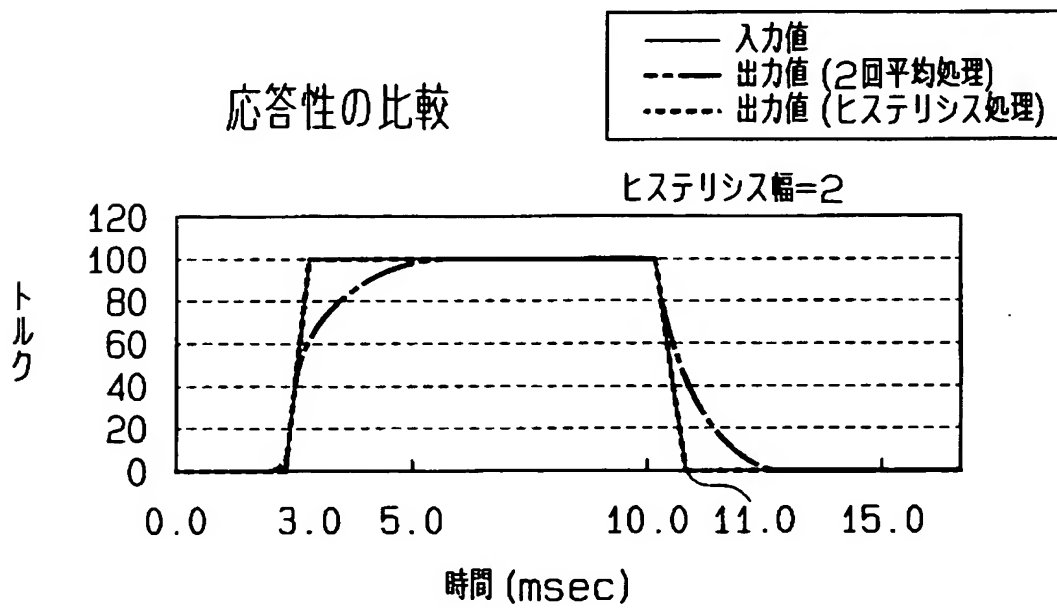
【図 3】



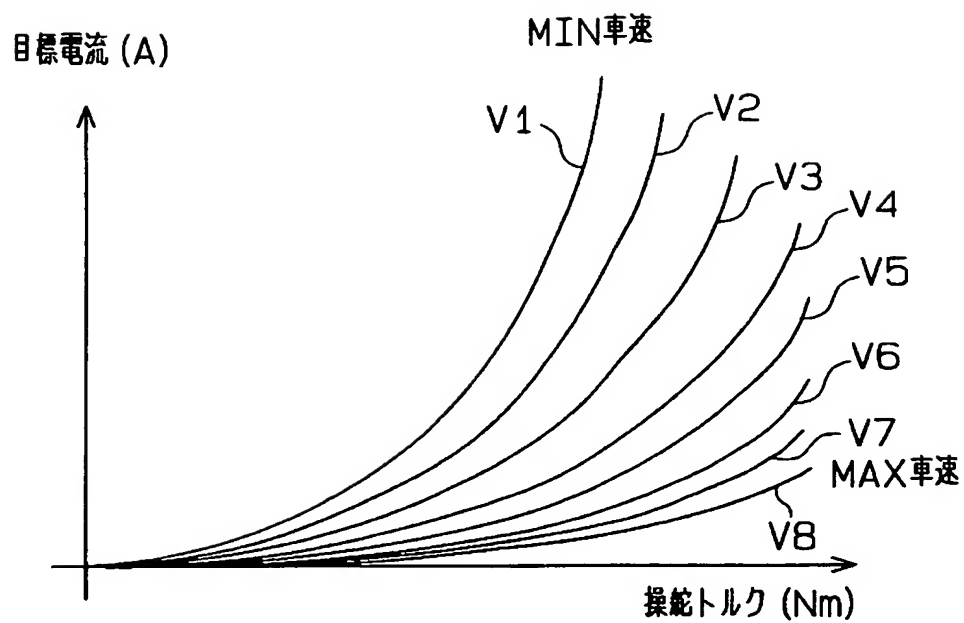
【図 4】



【図 5】

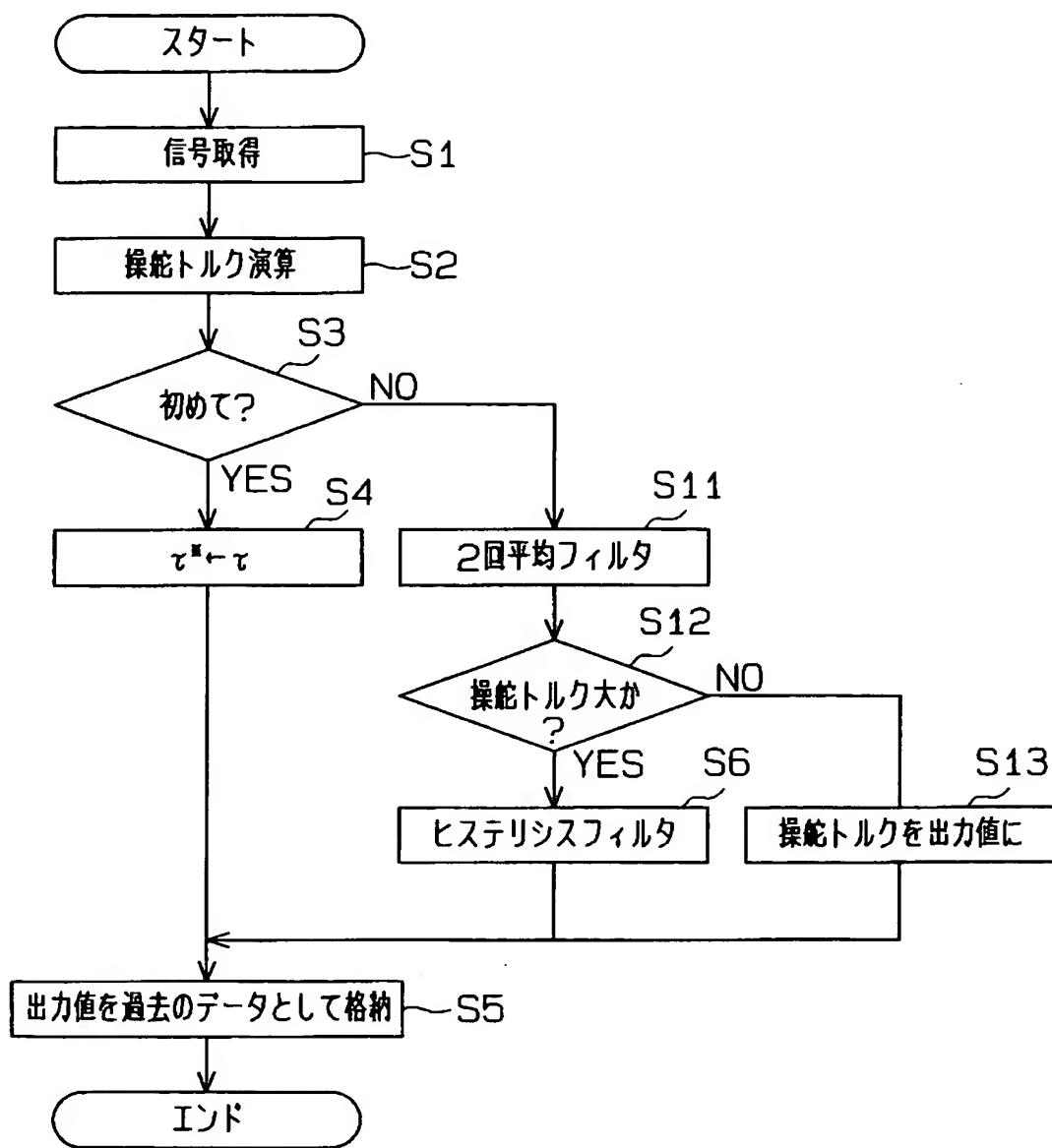


【図 6】

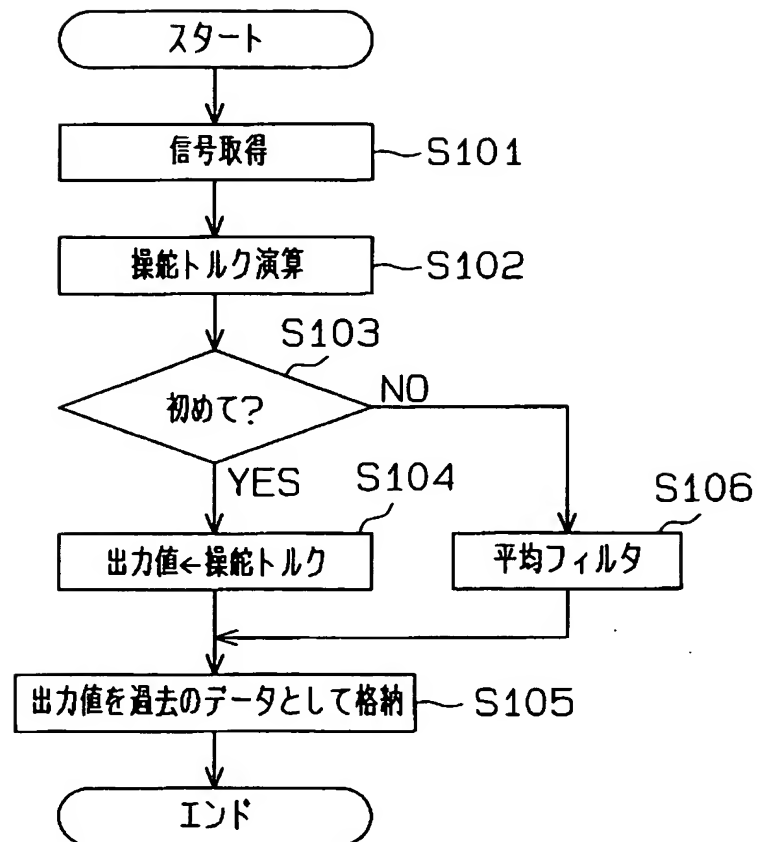


アシストマップ

【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 入力値に対する出力値の変動を抑えるとともに、入力値の急激な変化に対する出力値の追従性を向上させたトルク検出装置、及びそれを備えた電動パワーステアリング制御装置を提供する。

【解決手段】 電動パワーステアリング制御装置は、トルク検出装置と、操舵トルクを補助するモータ6と、操舵トルクに対応するモータトルクを求め、モータ6を制御するモータ駆動装置35とを備える。そして、トルク検出装置は、ステアリング軸を回転させたとき、ステアリング軸に加わる操舵トルクに応じた信号を出力するトルクセンサ4と、信号をアナログ値からデジタル値に変換して出力するA/D変換部18aと、A/D変換部18aから入力したデータに対し、ヒステリシス処理を行い、データを基にしてヒステリシス幅内に納めたデータを生成して出力値として出力するフィルタ部31とを備える。

【選択図】 図2

特願 2 0 0 2 - 3 3 4 7 9 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 4 7 0 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県刈谷市朝日町 1 丁目 1 番地

氏 名

豊田工機株式会社